

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

11017 U.S. PT
10/015598
12/17/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年12月26日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-395700

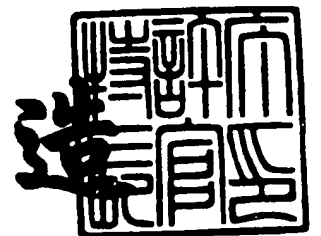
出 願 人
Applicant(s):

富士フイルムマイクロデバイス株式会社
富士写真フイルム株式会社

2001年 9月11日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 FMP-00003

【提出日】 平成12年12月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/335

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県黒川郡大和町松坂平1丁目6番地 富士フイルム
マイクロデバイス株式会社内

【氏名】 雫石 誠

【特許出願人】

【識別番号】 391051588

【氏名又は名称】 富士フイルムマイクロデバイス株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100079049

【弁理士】

【氏名又は名称】 中島 淳

【電話番号】 03-3357-5171

【選任した代理人】

【識別番号】 100084995

【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 和詳

【電話番号】 03-3357-5171

【選任した代理人】

【識別番号】 100085279

【弁理士】

【氏名又は名称】 西元 勝一

【電話番号】 03-3357-5171

【選任した代理人】

【識別番号】 100099025

【弁理士】

【氏名又は名称】 福田 浩志

【電話番号】 03-3357-5171

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006839

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【物件名】 図面 1

【包括委任状番号】 0016054

【包括委任状番号】 9800120

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の光電変換素子を所定間隔で所定方向に配列した光電変換素子列を複数列並列配置し、前記光電変換素子列の各々の間に転送路を配列した固体撮像素子であって、

前記光電変換素子間を通過して前記所定方向と交差する方向に延び、且つ前記転送路に沿って前記光電変換素子で発生した信号電荷を転送するように所定のギャップを介して配列された複数の単層電極と、

該単層電極の上方に形成され、前記光電変換素子の受光領域に受光される光を透過する光透過部が設けられた非導電性遮光膜と、

を備えた固体撮像素子。

【請求項 2】 複数の光電変換素子を所定間隔で所定方向に配列した光電変換素子列と、複数の光電変換素子を前記所定間隔で前記所定方向に配列し、且つ前記光電変換素子列に対して前記所定方向に所定量ずらして配置した光電変換素子列と、で構成された素子列の組を複数組並列配置し、

前記光電変換素子列の各々の間に隣り合う光電変換素子列の各光電変換素子間に侵入し、且つ相互に接触しないように転送路を配列した固体撮像素子であって、

前記光電変換素子間を通過して前記所定方向と交差する方向に延び、且つ前記転送路に沿って前記光電変換素子で発生した信号電荷を転送するように所定のギャップを介して配列された複数の単層電極と、

該単層電極の上方に形成され、前記光電変換素子の受光領域に受光される光を透過する光透過部が設けられた非導電性遮光膜と、

を備えた固体撮像素子。

【請求項 3】 前記非導電性遮光膜に、前記光電変換素子の受光領域に受光される所定波長の光を透過する光透過部と、該光透過部を取り囲む遮光部と、が同一平面状に設けられた請求項 1 または 2 に記載の固体撮像素子。

【請求項 4】 前記非導電性遮光膜の上層または下層に、所定波長の光を透過

するフィルタ層が形成された請求項 1 または 2 に記載の固体撮像素子。

【請求項 5】前記非導電性遮光膜縁部の全部または一部を、前記光電変換素子の受光領域の中心方向に延在させた請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の固体撮像素子。

【請求項 6】前記非導電性遮光膜を、樹脂材料で構成した請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の固体撮像素子。

【請求項 7】前記樹脂材料は、感光性樹脂またはゼラチンを含む請求項 6 に記載の固体撮像素子。

【請求項 8】前記樹脂材料は、可視光を吸収または反射する顔料を樹脂に分散させた材料、または可視光を吸収または反射する染料で樹脂を染色した材料である請求項 6 または 7 に記載の固体撮像素子。

【請求項 9】前記光透過部の中心位置の配列ピッチを、前記光電変換素子の中心位置の配列ピッチと異ならせた請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の固体撮像素子。

【請求項 1 0】前記光透過部の中心位置の配列ピッチを、前記光電変換素子の中心位置の配列ピッチより小さくした請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の固体撮像素子。

【請求項 1 1】前記遮光膜上に設けられるマイクロレンズの光軸中心の配列ピッチを、前記光電変換素子の中心位置の配列ピッチより小さくした請求項 1 0 に記載の固体撮像素子。

【請求項 1 2】前記光透過部の平面形状を、4 角形以上の多角形、円形、または楕円形にした請求項 1 ～ 1 1 のいずれか 1 項に記載の固体撮像素子。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体撮像素子に係り、特に、複数の光電変換素子を所定間隔で所定方向に配列した光電変換素子列を複数列並列配置し、光電変換素子列の各々の間に転送路を配列した固体撮像素子に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

図 8 (a) ~ (c) を参照して、従来のプログレッシブ走査方式のインターライン型 CCD の構成について説明する。このインターライン型 CCD は、図 8 (a) に示すように、チャンネルストップ 108 で相互に分離されたフォトダイオード 106、垂直電荷転送路 100、この垂直電荷転送路 100 上にフォトダイオード 106 を避けて水平方向に延びるように互いに平行に配設された電荷転送電極 102 a、102 b、及び 102 c を備えている。これらの電荷転送電極上には、平坦化膜等を介して遮光膜 110 が設けられ、遮光膜 110 には、外部からの光をフォトダイオード 106 に入射させるための開口 112 が設けられている。

【0003】

また、電荷転送電極 102 a、102 b、102 c は、プログレッシブ走査を行うために、3 つで 1 転送段 102 を構成する 3 相駆動とされている。このように 3 相駆動とするために、図 8 (b) に示すように、垂直画素間では、互いに平行に配設された電荷転送電極 102 a、102 b、102 c は、ポリシリコン酸化膜などの絶縁膜 104 を介して 3 層に積層されている。また、図 8 (c) に示すように、垂直電荷転送路 100 上においても、電荷転送電極 102 a、102 b、102 c は、絶縁膜 104 を介して部分的に重ね合わされている。この多層電極構造では、電極を酸化して得られるポリシリコン酸化膜を絶縁膜 104 として使用することにより、電極同士を絶縁膜 104 の厚さ分の「狭いギャップ」を介して近接させることができ、電荷転送路 108 内で電荷をスムーズに移動させることができるという利点がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

電極材料として使用される低抵抗ポリシリコンは、光に対して活性で、且つ光透過性であるため、電荷転送電極を完全に遮光する必要がある。しかしながら、電荷転送電極を多層化した場合には、図 8 (b) に示すように、大きな段差が形成される。多層電極構造を採用した場合には、この凹凸のある多層電極の側面を遮光膜で被覆しなければならず、完全に遮光することが困難になり、電荷転送電

極を透過した光が電荷転送路に入りスミアが発生する。

【0005】

また、多層化された電荷転送電極を遮光膜で側壁まで完全に覆うために、遮光膜には、薄膜化が可能なアルミニウム（Al）膜やタングステン（W）膜等の金属膜が使用されている。このように遮光膜を導電性材料で構成する場合には、電荷転送電極と遮光膜との間に電氣的リークの無い絶縁膜が必要となり、通常は、2000Åの厚さで形成したポリシリコン酸化膜を絶縁膜として使用しているが、それでもなお、電荷転送電極と遮光膜との間の寄生容量が大きく、CCD型の固体撮像素子の高速駆動を行う場合には、この寄生容量の大きさがノイズ発生や消費電力増大の原因になる、という問題がある。

【0006】

また、CCD型の固体撮像素子の駆動電圧は、MOS型の固体撮像素子よりも高い。これはCCD型の固体撮像素子のゲート酸化膜が、MOS型の固体撮像素子のゲート酸化膜より厚く形成されるために、CCD型の固体撮像素子の駆動電圧が、例えば5ボルト以上の高電圧となるからである。更にCCD型の固体撮像素子では、容量成分の大きな複数の転送電極を高速に駆動するため、消費電力が大きくなることが指摘されている。

【0007】

本発明は、上記従来技術の問題点に鑑みなされたものであり、本発明の目的は、スミア特性が著しく改善されると共に、駆動電圧、消費電力及びノイズが低減されたCCD型の固体撮像素子を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1の発明は、複数の光電変換素子を所定間隔で所定方向に配列した光電変換素子列を複数列並列配置し、前記光電変換素子列の各々の間に転送路を配列した固体撮像素子であって、前記光電変換素子間を通過して前記所定方向と交差する方向に延び、且つ前記転送路に沿って前記光電変換素子で発生した信号電荷を転送するように所定のギャップを介して配列された複数の単層電極と、該単層電極の上方に形成され、前記光電変換素子の受光傾

域に受光される光を透過する光透過部が設けられた非導電性遮光膜と、を備えたことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

請求項 1 の固体撮像素子では、転送電極を単層電極で構成しているので、固体撮像素子の撮像部の表面の凹凸が緩和されて平坦化が容易になり、スミアが顕著に改善される。また、多層電極構造において層間に設けられる絶縁膜が不要となり、寄生容量成分を低減することができ、多層電極構造とする場合に比べて、駆動電圧を低下させて消費電力を低減することができる。更に、単層電極は段差が小さく電極の側壁を遮光する必要がないことから、遮光膜に Al や W のような金属薄膜を使用する必要がなく、遮光膜に非導電性材料を使用することができるが、遮光膜を非導電性としたことにより、転送電極と遮光膜との間の寄生容量が無視でき、消費電力やノイズを低減することができる。

【 0 0 1 0 】

請求項 2 の発明は、複数の光電変換素子を所定間隔で所定方向に配列した光電変換素子列と、複数の光電変換素子を前記所定間隔で前記所定方向に配列し、且つ前記光電変換素子列に対して前記所定方向に所定量ずらして配置した光電変換素子列と、で構成された素子列の組を複数組並列配置し、前記光電変換素子列の各々の間に隣り合う光電変換素子列の各光電変換素子間に侵入し、且つ相互に接触しないように転送路を配列した固体撮像素子であって、前記光電変換素子間を通過して前記所定方向と交差する方向に延び、且つ前記転送路に沿って前記光電変換素子で発生した信号電荷を転送するように所定のギャップを介して配列された複数の単層電極と、該単層電極の上方に形成され、前記光電変換素子の受光領域に受光される光を透過する光透過部が設けられた非導電性遮光膜と、を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

請求項 2 の固体撮像素子では、転送路が、光電変換素子列の各々の間に隣り合う光電変換素子列の各光電変換素子間に侵入し、且つ相互に接触しないように配列されるので、各光電変換素子間は転送路として有効に活用されている。従って、光電変換素子間を通過するように所定方向と交差する方向に延びた複数の単層

電極が、転送路に沿って光電変換素子で発生した信号電荷を転送するように所定のギャップを介して配列されていても、電極配線のみ占有される無効領域は発生せず、受光部の面積を圧迫することもない。

【 0 0 1 2 】

また、転送電極を単層電極で構成しているので、固体撮像素子の撮像部の表面の凹凸が緩和されて平坦化が容易になり、スミアが顕著に改善される。また、多層電極構造において層間に設けられる絶縁膜が不要となり、寄生容量成分を低減することができ、多層電極構造とする場合に比べて、駆動電圧を低下させて消費電力を低減することができる。更に、単層電極は段差が小さく電極の側壁を遮光する必要がないことから、遮光膜にAlやWのような金属薄膜を使用する必要がなく、遮光膜に非導電性材料を使用することができるが、遮光膜を非導電性としたことにより、転送電極と遮光膜との間の寄生容量が無視でき、消費電力やノイズを低減することができる。

【 0 0 1 3 】

非導電性遮光膜は、単層電極の上方に形成されていればよく、単層電極を覆うように形成されていてもよく、平坦化膜を介して単層電極上に形成されていてもよい。また、非導電性遮光膜を平坦化膜を介して単層電極上に形成する場合には、非導電性遮光膜の同一平面上に、光電変換素子の受光領域に受光される所定波長の光を透過する光透過部と光透過部を取り囲む遮光部とを設けてもよく、また、非導電性遮光膜の上層または下層に、所定波長の光を透過するフィルタ層を形成してもよい。

【 0 0 1 4 】

上記の固体撮像素子においては、非導電性遮光膜の縁部は、その全部または一部を、光電変換素子の受光領域の中心方向に延在させることで、スミアが更に改善される。

【 0 0 1 5 】

非導電性遮光膜は、樹脂材料で構成することができる。樹脂材料としては、感光性樹脂またはゼラチンを含むものが好ましい。感光性樹脂またはゼラチン等の樹脂材料で構成された非導電性材料に遮光性を付与するために、光を反射または

吸収するカーボン粉末や各種顔料を非導電性材料中に分散させるか、光を反射または吸収する染料により非導電性材料を染色する。

【 0 0 1 6 】

光電変換素子の受光領域に受光される光を透過する光透過部は、その中心位置の配列ピッチを光電変換素子の中心位置の配列ピッチと異ならせてもよく、例えば、光透過部の中心位置の配列ピッチを、光電変換素子の中心位置の配列ピッチより小さくすることができる。光透過部の中心位置の配列ピッチを光電変換素子の中心位置の配列ピッチと異ならせることで、入射光を有効に受光領域に導くことができ、固体撮像素子の感度均一性が向上する。光透過部の中心位置の配列ピッチと同様に、遮光膜上に設けられるマイクロレンズの光軸中心の配列ピッチを、光電変換素子の中心位置の配列ピッチより小さくすることにより、更に固体撮像素子の感度均一性が向上する。また、光透過部の平面形状は、4角形以上の多角形、円形、または楕円形とすることができる。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。

（第1の実施の形態）

本発明の第1の実施の形態に係るCCDイメージセンサは、図1に示すように、半導体基板（図示せず）上に、光電変換素子としてのフォトダイオード14を所定間隔（垂直画素ピッチVP）で垂直方向に複数配列した第1の光電変換素子列16と、複数のフォトダイオード14を第1の光電変換素子列16と同じ間隔で垂直方向に配列し、且つ第1の光電変換素子列16に対して垂直方向に垂直画素ピッチVPに対して1/2ずらして配置された第2の光電変換素子列18と、で構成された素子列の組を水平方向に複数組並べて構成されている。

【 0 0 1 8 】

隣り合う第1の光電変換素子列16及び隣り合う第2の光電変換素子列18は、垂直画素ピッチと同じ間隔（水平画素ピッチHP）で配置され、第1の光電変換素子列16に含まれるフォトダイオード14により構成される光電変換素子行に対して、第2の光電変換素子列18に含まれるフォトダイオード14により構

成される光電変換素子行は、水平方向に水平画素ピッチHPに対して1/2ずらして配置されている。即ち、フォトダイオード14は、いわゆるハニカム状に配列されている。

【0019】

相互に接近して配列された第1の光電変換素子列16と第2の光電変換素子列18との間には、フォトダイオード14で発生した信号電荷を読み出して垂直方向に転送する垂直電荷転送チャネル20が各々設けられている。垂直電荷転送チャネル20は、両側に位置する光電変換素子列の各フォトダイオード間に侵入した侵入部20Aと非侵入部20Bとが交互に位置するように連続して構成され、ハニカム状に配列したフォトダイオード14の間を蛇行しながら垂直方向に延びている。また、隣り合う侵入部20A間には、後述するチャネルストップ28が設けられ、垂直電荷転送チャネル20が相互に接触しないように構成されている。これにより、フォトダイオード14の周辺領域全体は、チャネルストップ28を除いて垂直電荷転送チャネル20として使用されることになり、転送電極の配線のみを使用される「無効領域」は発生しなくなる。この点で従来のインターライン型CCDとは大きく異なり、従来のインターライン型CCDと比較して、フォトダイオード14の周辺領域が有効利用されることになる。

【0020】

各垂直電荷転送チャネル20の転送方向下流側の端部は、垂直電荷転送チャネル20から転送された信号電荷を水平方向に転送する水平電荷転送装置(HCCD)22に接続されており、このHCCD22の転送電極は、後述する垂直電荷転送装置33と同様に単層電極構造とされている。HCCD22の転送方向下流側の端部は、信号電荷の電荷量に応じた電圧を出力する出力部24に接続されている。

【0021】

図2は、本実施の形態に係るCCDイメージセンサの撮像部のマイクロレンズ及び色フィルタ等を除いた構成を示す部分拡大図であり、図3は、図2のV1-V2線におけるマイクロレンズ及び色フィルタ等を付加した断面図である。図2及び図3に示すように、半導体基板12は、大きく分けてシリコン等のn型半導

体基板 1 2 a と p 型不純物添加領域 (p-ウェル) 1 2 b とから構成されている。フォトダイオード 1 4 は、この p 型不純物添加領域 1 2 b 内に埋込型のフォトダイオードとして形成され、既に述べた通り、電荷蓄積領域として機能する n 型不純物添加領域 1 4 a、及び n 型不純物添加領域 1 4 a 上に形成された p^+ 型不純物添加領域 1 4 b から構成されている。

【 0 0 2 2 】

また、垂直電荷転送チャネル 2 0 は、p 型不純物添加領域 1 2 b 内に n 型不純物添加領域として形成されている。垂直電荷転送チャネル 2 0 と、この垂直電荷転送チャネル 2 0 に信号電荷を読み出す側のフォトダイオード 1 4 との間には、p 型不純物添加領域で形成された読み出しゲート用チャネル 2 6 が設けられている。また、半導体基板 1 2 の表面には、この読み出しゲート用チャネル 2 6 に沿って n 型不純物添加領域 1 4 a が露出している。そして、フォトダイオード 1 4 で発生した信号電荷は、n 型不純物添加領域 1 4 a に一時的に蓄積された後、読み出しゲート用チャネル 2 6 を介して例えば矢印 A 方向に読み出される。

【 0 0 2 3 】

一方、垂直電荷転送チャネル 2 0 と他のフォトダイオード 1 4 との間には、 p^+ 型不純物添加領域であるチャネルストップ 2 8 が設けられている。このチャネルストップ 2 8 により、フォトダイオード 1 4 と垂直電荷転送チャネル 2 0 とが電氣的に分離されると共に、垂直電荷転送チャネル 2 0 同士も相互に接触しないように分離される。

【 0 0 2 4 】

半導体基板 1 2 の表面には、ゲート酸化膜 3 0 を介して、フォトダイオード間を通過するように水平方向に延びた転送電極 3 2 が形成されている。また、転送電極 3 2 は、読み出しゲート用チャネル 2 6 を覆うと共に、n 型不純物添加領域 1 4 a が露出し、チャネルストップ 2 8 の一部が露出するように形成されている。なお、転送電極 3 2 のうち読み出し信号が印加される電極の下方にある読み出しゲート用チャネル 2 6 から信号電荷が転送される。

【 0 0 2 5 】

転送電極 3 2 は、垂直電荷転送チャネル 2 0 と共に、フォトダイオード 1 4 で

発生した信号電荷を垂直方向に転送する垂直電荷転送装置（VCCD）33を構成している。VCCD33は4相駆動（ $\phi 1 \sim \phi 4$ ）とされ、各フォトダイオード14に対して異なる位相で駆動する4つの転送電極32を1組として、垂直方向に複数組配列されている。これによりフォトダイオード14で発生した信号電荷を垂直方向に転送する。異なる位相で駆動する転送電極32の各々は、狭いギャップ（転送電極の配列方向の間隔）34を介して同一平面状に形成した単層電極で構成されている。このように単層の転送電極とすることで、ゲート酸化膜を薄くでき、更に多層電極構造において層間に設けられる絶縁膜が不要となり、多層電極構造と比較して容量成分を低下させることができるので、駆動電圧が低下し、消費電力が低減される。また、既に述べた通り、フォトダイオード14の周辺領域は、垂直電荷転送チャネル20として使用され、チャネルストップ28を除いて「無効領域」は発生していないので、転送電極32を単層電極構造としても受光部の面積を圧迫することにはならない。

【0026】

ギャップ34は、水平方向に延びた水平ギャップ部と、水平ギャップ部に配置され且つ斜め方向に延びた斜行ギャップ部とを連続させて構成されている。ギャップ34の大きさ、即ち、転送電極32間の距離は、全ての部分で同じであり、電荷の流れをスムーズにするために、約 $0.3\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましく、約 $0.1\mu\text{m} \sim 0.2\mu\text{m}$ とすることが特に好ましい。

【0027】

転送電極32は、半導体製造プロセスあるいは固体デバイスで一般に使用される電極材料を用いて構成することができる。転送電極32を単層電極構造としたことにより、電極層間を絶縁する絶縁膜（高抵抗シリコン酸化膜）は不要になり、電極材料の選択の幅が広がる。また、電極幅、電極厚さ等の電極形状についても、電極材料に応じて設計の幅が広がる。

【0028】

単層電極を例えばアルミニウムや銅などのポリシリコン以外の金属で構成することも可能になるが、電極表面の反射率が高いと、製造工程ではハレーションによりフォトリソグラフィ工程に悪影響を及ぼしたり、使用時には反射光がCCD

パッケージあるいは光学レンズ系との間で不要な迷光となり、撮影した画像の画質を低下させる可能性があるため、電極表面の反射率を金属アルミニウム自体の表面反射率より低く（例えば、金属アルミニウム自体の表面反射率の50%以下）するために、表面処理を加えることが好ましい。また、光吸収性材料等、遮光性の電極材料を使用することにより、不要な外部入射光を遮蔽する効果が期待できる。更に、不純物が多量に含まれている場合には、ゲート酸化膜、シリコン基板を汚染し白キズ等の画像欠陥を誘起する可能性があるため、抵抗が低く且つ低不純物の電極材料を使用することが望ましい。

【0029】

アルミニウムより低反射率の電極材料としては、低抵抗ポリシリコン、低抵抗の金属、及び各種シリサイド等の低抵抗材料が好ましく、例えば、低抵抗ポリシリコン、タングステン（W）、モリブデン（Mo）、タングステンシリサイド（WSi）、モリブデンシリサイド（MoSi）、チタンシリサイド（TiSi）、タンタルシリサイド（TaSi）、及び銅シリサイド（CuSi）を挙げることができる。このうち、タングstenは、例えば、波長500nmの光に対しては、アルミニウムの50%以下の反射率を示す。また、転送電極32は、これらの電極材料を、絶縁膜を介在させることなく複数積層して形成されていてもよい。

【0030】

転送電極32が形成された半導体基板12の表面は、透明樹脂等で構成された表面保護膜36により覆われ、この表面保護膜36上には、遮光膜38が形成されている。遮光膜38は、各フォトダイオード14毎に、受光領域である p^+ 型不純物添加領域14bに受光される光を透過させる光透過部として、例えば八角形状の開口部40を有している。遮光膜38の縁部は、受光領域の中心方向に延在させられており、遮光膜38によりフォトダイオード14の開口形状が画定されている。遮光膜38は、樹脂材料等の非導電性材料から形成されている。樹脂材料としては、感光性樹脂またはゼラチンを主基材として含むものが好ましい。例えば、可視光を吸収または反射する顔料を樹脂に分散すること、または可視光を吸収または反射する染料で樹脂を染色することにより遮光性が付与された樹脂

材料を使用することができるが、光吸収性（低反射率）材料であることが好ましく、例えば、黒色の顔料を樹脂に分散させた樹脂材料、または黒色の染料で樹脂を染色した樹脂材料を使用することができる。開口部 4 0 は、非導電性材料からなる薄膜上にパターンニングにより遮光部分にレジストマスクを形成し、このレジストマスクを用いたエッチングにより非導電性材料を取り除いて形成することができる。

【 0 0 3 1 】

遮光膜 3 8 及び遮光膜 3 8 から露出している表面保護膜 3 6 上には、透明樹脂で形成された平坦化膜 4 4 を介して、赤色（R）フィルタ 4 6 R、緑色（G）フィルタ 4 6 G 及び青色（B）フィルタ 4 6 B を備えた色フィルタアレイが形成されている。R フィルタ 4 6 R、G フィルタ 4 6 G 及び B フィルタ 4 6 B は、個々のフォトダイオード 1 4 に対応して、所定のパターンで配置されている。色フィルタの配列パターンについては、詳細な説明を省略するが、図 3 においては、R フィルタ 4 6 R、G フィルタ 4 6 G 及び B フィルタ 4 6 B が 1 個ずつ示されている。このような色フィルタアレイは、例えば、所望色の顔料もしくは染料を含有させた樹脂（カラーレジン）領域を、フォトリソグラフィ法等を用いて所定箇所に形成することによって作製することができる。

【 0 0 3 2 】

色フィルタアレイ上には、平坦化膜 4 8 を介して、複数のマイクロレンズ 5 0 を備えたマイクロレンズアレイが形成されている。マイクロレンズ 5 0 は、個々のフォトダイオード 1 4 に対応して配列されている。これらマイクロレンズ 5 0 は、例えば、屈折率が略 1. 3 ～ 2. 0 の透明樹脂（フォトレジストを含む）からなる層をフォトリソグラフィ法等によって所定形状に区画した後、熱処理によって各区画の透明樹脂層を溶融させ、表面張力によって角部を丸めた後に冷却すること等により形成することができる。

【 0 0 3 3 】

以上説明した通り、本実施の形態に係る CCD イメージセンサでは、転送電極を単層電極で構成しているので、多層電極構造において層間に設けられる絶縁膜が不要となる。これにより寄生容量成分を低減することができるので、多層電極

構造とする場合に比べて、駆動電圧を低下させて消費電力を低減することができる。

【 0 0 3 4 】

特に、単層電極は段差が小さく電極の側壁を遮光する必要がないことから、遮光膜に Al や W のような金属薄膜を使用する必要がない。このため、遮光膜に非導電性材料を使用することができ、電極と遮光膜間の寄生容量が無視できるので、消費電力やノイズを低減することができる。また、単層電極表面に絶縁膜を形成する必要もない。

【 0 0 3 5 】

また、転送電極を単層電極で構成したことにより、CCD イメージセンサの撮像部の表面、特にマイクロレンズ、色フィルタ（カラーフィルタ）を積層する前の表面の凹凸が緩和され、平坦化が容易になり集光効率やスミアが改善される。

【 0 0 3 6 】

また、垂直電荷転送チャンネルが、両側に設けられた光電変換素子列の各光電変換素子間に侵入するように、ハニカム状に配列した光電変換素子の間を蛇行しながら垂直方向に延びているので、光電変換素子の周辺領域（例えば、水平・垂直方向の画素間および斜め 45° 方向の画素間といった領域）は、垂直電荷転送チャンネルとして使用されることになり、転送電極の配線のみを使用される「無効領域」は発生しない。従って、転送電極を単層電極構造としても、受光部の面積を圧迫することにはならず、CCD イメージセンサの多画素化、微細化を阻害しない。

【 0 0 3 7 】

また、多層電極構造においては層間リーク電流に起因する歩留まりの低下が問題となるが、単層電極構造としたことにより、このような問題は発生しない。また、多層電極構造においては、絶縁膜形成のためのポリシリコンの高温熱酸化工程により結晶欠陥が誘起されるという問題があるが、単層電極構造としたことにより、ポリシリコンの高温熱酸化工程が不要となり、結晶欠陥の発生が抑制され、CCD 型の固体撮像装置で問題となる画面上の白キズ等を低減することができる。さらに、単層電極構造は多層電極構造に比べて少ない工程で形成することが

できるので、CCDイメージセンサの製造プロセスを簡略化することができるというメリットもある。

【 0 0 3 8 】

また、転送電極に遮光性のある電極材料（タングステン等）を使用する場合には、遮光性の電極材料がシリコン基板に近い部分に配置されることになり、更に不要な外部入射光を遮蔽する効果が期待できる。

【 0 0 3 9 】

また、色フィルタアレイを遮光膜の上方に形成する、即ち、色フィルタを光電変換素子から離して配置するので、色フィルタのパターンを精度良く作成する必要がなく、顔料を含む色フィルタを使用した場合にも顔料粒状性の問題が回避される。

【 0 0 4 0 】

（第2の実施の形態）

本発明の第2の実施の形態に係るCCDイメージセンサは、転送電極を覆うように遮光膜を形成せず、平坦化膜を介して遮光膜を形成すると共に、遮光膜の光透過部に色フィルタを設けた以外は、第1の実施の形態に係るCCDイメージセンサと同様であるため、同一部分については同じ符号を付して説明を省略し、相違点のみ説明する。

【 0 0 4 1 】

図4に示すように、半導体基板12の表面は、酸化膜30の上に転送電極32が形成された後、平坦化膜としての役割も果たす表面保護膜36により被覆されている。この表面保護膜36上には、各フォトダイオード14毎に、受光領域である p^+ 型不純物添加領域14bに受光される所定波長の光（R、G、B）を透過させる光透過部としての、例えば八角形状の赤色（R）フィルタ54R、緑色（G）フィルタ54G及び青色（B）フィルタ（図示せず）を備えた遮光膜56が形成されている。即ち、遮光膜56の開口部にはRフィルタ54R、Gフィルタ54G及びBフィルタが形成されると共に、これらRフィルタ54R、Gフィルタ54G及びBフィルタの各色フィルタを取り囲む領域が遮光部とされている。

【 0 0 4 2 】

遮光膜 5 6 は、樹脂材料等の非導電性材料から形成されている。樹脂材料としては、感光性樹脂またはゼラチンを主基材として含むものが好ましい。例えば、可視光を吸収または反射する顔料を樹脂に分散すること、または可視光を吸収または反射する染料で樹脂を染色することにより遮光性が付与された樹脂材料を使用することができるが、光吸収性（低反射率）材料であることが好ましく、例えば、黒色の顔料を樹脂に分散させた樹脂材料、または黒色の染料で樹脂を染色した樹脂材料を使用することができる。なお、遮光膜 5 6 はフォトダイオード 1 4 の上方に延在しており、マイクロレンズ 5 0 により集光された光のみが有効にフォトダイオード 1 4 に入射するように形成され、それ以外の不要な光がフォトダイオード 1 4 に入射することを抑制している。

【 0 0 4 3 】

R フィルタ 5 4 R、G フィルタ 5 4 G 及び B フィルタは、個々のフォトダイオード 1 4 に対応して、所定のパターンで配置されている。色フィルタの配列パターンについては、詳細な説明を省略するが、図 4 においては、R フィルタ 5 4 R 及び G フィルタ 5 4 G が 1 個ずつ示されている。

【 0 0 4 4 】

この色フィルタを備えた遮光膜 5 6 は、例えば、所望色の顔料もしくは染料を含有させた樹脂（カラーレジン）領域を、フォトリソグラフィ法等の方法によって所定箇所に形成することによって作製することができる。遮光部分は、光吸収性の樹脂材料で形成され、遮光部分の色は黒色が一般的であるが、スミア低減が可能なレベルの光吸収を示す樹脂材料であればよく黒色には限らない。

【 0 0 4 5 】

遮光膜 5 6 上には、平坦化膜 4 8 を介して、複数のマイクロレンズ 5 0 を備えたマイクロレンズアレイが形成されている。マイクロレンズ 5 0 は、上記で説明したように、個々のフォトダイオード 1 4 に対応して配列されている。

【 0 0 4 6 】

第 2 の実施の形態に係る CCD イメージセンサは、転送電極を覆うように遮光膜を形成せず、平坦化膜を介して遮光膜を形成すると共に、遮光膜の光透過部に

色フィルタが設けられているので、遮光膜と色フィルタとを同時に形成することができ、製造工程が簡略化される。

【 0 0 4 7 】

(第 3 の実施の形態)

本発明の第 3 の実施の形態に係る CCD イメージセンサは、転送電極を覆うように遮光膜を形成せず、平坦化膜を介して遮光膜を形成すると共に、遮光膜の上層に色フィルタを設けた以外は、第 1 の実施の形態に係る CCD イメージセンサと同様であるため、同一部分については同一符号を付して説明を省略し、相違点のみ説明する。

【 0 0 4 8 】

図 5 に示すように、転送電極 3 2 が形成された半導体基板 1 2 の表面は、平坦化膜としての役割も果たす表面保護膜 3 6 により被覆されている。この表面保護膜 3 6 上には、各フォトダイオード 1 4 毎に、受光領域である p^+ 型不純物添加領域 1 4 b に受光される光を透過させる光透過部としての、例えば八角形状の開口部 5 8 を備えた遮光膜 6 0 が形成されている。この遮光膜 6 0 はフォトダイオード 1 4 の上方に延在しており、マイクロレンズ 5 0 により集光された光のみが有効にフォトダイオード 1 4 に入射するように形成され、それ以外の不要な光がフォトダイオード 1 4 に入射することを抑制している。

【 0 0 4 9 】

遮光膜 6 0 は、樹脂材料等の非導電性材料から形成されている。樹脂材料としては、感光性樹脂またはゼラチンを主基材として含むものが好ましい。例えば、可視光を吸収または反射する顔料を樹脂に分散すること、または可視光を吸収または反射する染料で樹脂を染色することにより遮光性が付与された樹脂材料を使用することができるが、光吸収性（低反射率）材料であることが好ましく、例えば、黒色の顔料を樹脂に分散させた樹脂材料、または黒色の染料で樹脂を染色した樹脂材料を使用することができる。なお、遮光部分の色は黒色が一般的であるが、スミア低減が可能なレベルの光吸収を示す樹脂材料であればよく黒色には限らない。また、開口部 5 8 は透明樹脂で形成される。

【 0 0 5 0 】

遮光膜 6 0 上には、赤色 (R) フィルタ 4 6 R、緑色 (G) フィルタ 4 6 G 及び青色 (B) フィルタ 4 6 B を備えた色フィルタアレイが形成されている。R フィルタ 4 6 R、G フィルタ 4 6 G 及び B フィルタ 4 6 B は、個々のフォトダイオード 1 4 に対応して、所定のパターンで配置されている。色フィルタの配列パターンについては、詳細な説明を省略するが、図 5 においては、R フィルタ 4 6 R、G フィルタ 4 6 G 及び B フィルタ 4 6 B が 1 個ずつ示されている。

【 0 0 5 1 】

色フィルタアレイ上には、平坦化膜 4 8 を介して、複数のマイクロレンズ 5 0 を備えたマイクロレンズアレイが形成されている。マイクロレンズ 5 0 は、上記で説明したように、個々のフォトダイオード 1 4 に対応して配列されている。

【 0 0 5 2 】

第 3 の実施の形態に係る C C D イメージセンサは、転送電極を覆うように遮光膜を形成せず、平坦化膜を介して遮光膜を形成すると共に、遮光膜の上層に色フィルタを設けたので、色フィルタを光電変換素子から離して配置することができ、色フィルタのパターンを精度よく作成する必要がない。また、遮光膜内に複数の色の樹脂領域を形成する必要が無いため、混食や色滲みの問題は発生せず、遮光膜の作製が容易である。なお、色フィルタは遮光膜の下層に設けることもできる。

【 0 0 5 3 】

上記第 1 ～第 3 の実施の形態では、同一列または同一行に位置するフォトダイオードの中心位置の配列ピッチ (画素ピッチ) は撮像部の全領域で均一とし、開口部の中心位置の配列ピッチも、画素ピッチに合わせて全領域で均一とした例について説明したが、以下で説明するように開口部の中心位置のピッチと画素ピッチとを異ならせてもよい。

【 0 0 5 4 】

一般に、電子スチルカメラにおいてカメラレンズの絞りが開いているときは、C C D 型固体撮像素子の撮像部 (受光面) 上に到達する入射光の行路長および入射角度は、撮像部の中心部 (光軸部) と周辺部とで異なり、撮像した画像の感度が画像の中心付近から周辺部に向かうに従って悪くなることが知られている。

【0055】

このため、図6に示す例では、開口部40の中心位置の配列ピッチを、固体撮像素子の中心部（カメラレンズの光軸中心位置）から、固体撮像素子の周辺部（カメラレンズの光軸中心位置から離れた位置）に向かって異なるようにした。即ち、開口部40の中心位置の配列ピッチは、固体撮像素子の撮像部の中心部から周辺部に向かうに従って、フォトダイオード14の中心位置の配列ピッチVP（＝HP）よりも、徐々にまたは一定距離だけ小さくしてある。

【0056】

なお、図6において座標（ x ， y ）は、対応するフォトダイオード14の中心位置を原点としたときの開口部40の中心位置の座標である。カメラレンズとCD型固体撮像素子の撮像部との交点である撮像部の中心においては、座標（ x ， y ）＝（0，0）であり、開口部40の中心位置が対応するフォトダイオード14の中心位置と一致していることを示している。一方、撮像部周辺においては、座標（ x ， y ）＝（ x_m ， y_n ）であり、開口部40の中心位置が対応するフォトダイオード14の中心位置よりX方向、Y方向にそれぞれ x_m 、 y_n ずれていることを示している。即ち、開口部40の中心位置は、撮像部の中心（光軸中心）から撮像部の周辺部に向かうに従って、対応するフォトダイオード14の中心位置より光軸に近くなる。

【0057】

単層電極を使用して段差による「けられ」を低減すると共に、以上の通り開口部40の中心位置の配列ピッチを小さくすることで、撮像部の周辺部に向かうに従って、開口部の中心位置がフォトダイオードの中心位置より撮像部の中心部に近づき、フォトダイオードの中心位置より光軸側の光線を受光領域に入射させることができるので、入射光を有効に受光領域に導くことができる。これにより、画素が光学的に等方的になり、固体撮像素子全体の感度均一性が向上する。

【0058】

更に、図7に示すように、マイクロレンズ50を、マイクロレンズ50の光軸中心の配列ピッチLPが、画素ピッチVPより小さくなるように配置することで、さらに均一な光感度を得ることができる。

【 0 0 5 9 】

また、上記第 1 ～ 第 3 の実施の形態では、八角形状の開口部を設ける例について説明したが、開口部の平面形状はこれに限定される訳ではなく、開口部の平面形状は、4 角形以上の多角形、円形、または楕円形でもよい。

【 0 0 6 0 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の固体撮像素子によれば、信号電荷を転送する転送電極を単層電極で構成したのでスミア特性を著しく改善することができると共に、受光領域を画定する開口部を備えた遮光膜を非導電性部材で構成したので、寄生容量成分を低減して駆動電圧、消費電力及びノイズを低減することができる、という効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 の実施の形態に係る CCD イメージセンサの概略構成図である。

【図 2】 第 1 の実施の形態に係る CCD イメージセンサの撮像部の部分拡大平面図である。

【図 3】 図 2 に示す係る CCD イメージセンサの撮像部における V 1 - V 2 線断面図である。

【図 4】 第 2 の実施の形態に係る CCD イメージセンサの断面図である。

【図 5】 第 3 の実施の形態に係る CCD イメージセンサの断面図である。

【図 6】 本発明の変形例における光電変換素子の位置及び開口部の位置を説明するための断面図である。

【図 7】 本発明の他の変形例における開口部の位置及びマイクロレンズの位置を説明するための断面図である。

【図 8】 (a) は、従来のプログレッシブ走査方式のインターライン型 CCD の撮像部の部分拡大平面図であり、(b) は (a) の A 1 - A 2 線断面図であり、(c) は (a) の B 1 - B 2 線断面図である。

【符号の説明】

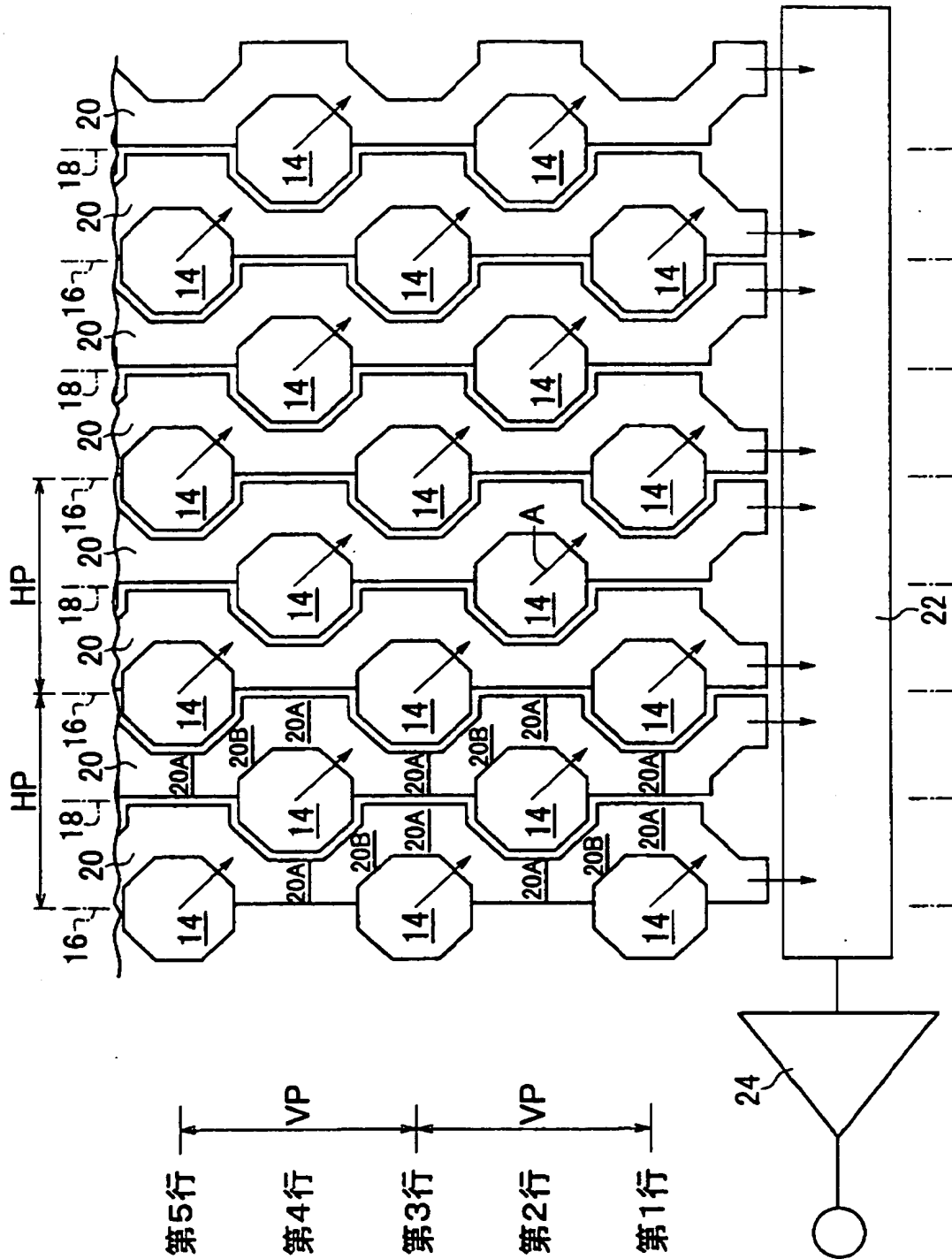
1 2 半導体基板

1 4 フォトダイオード

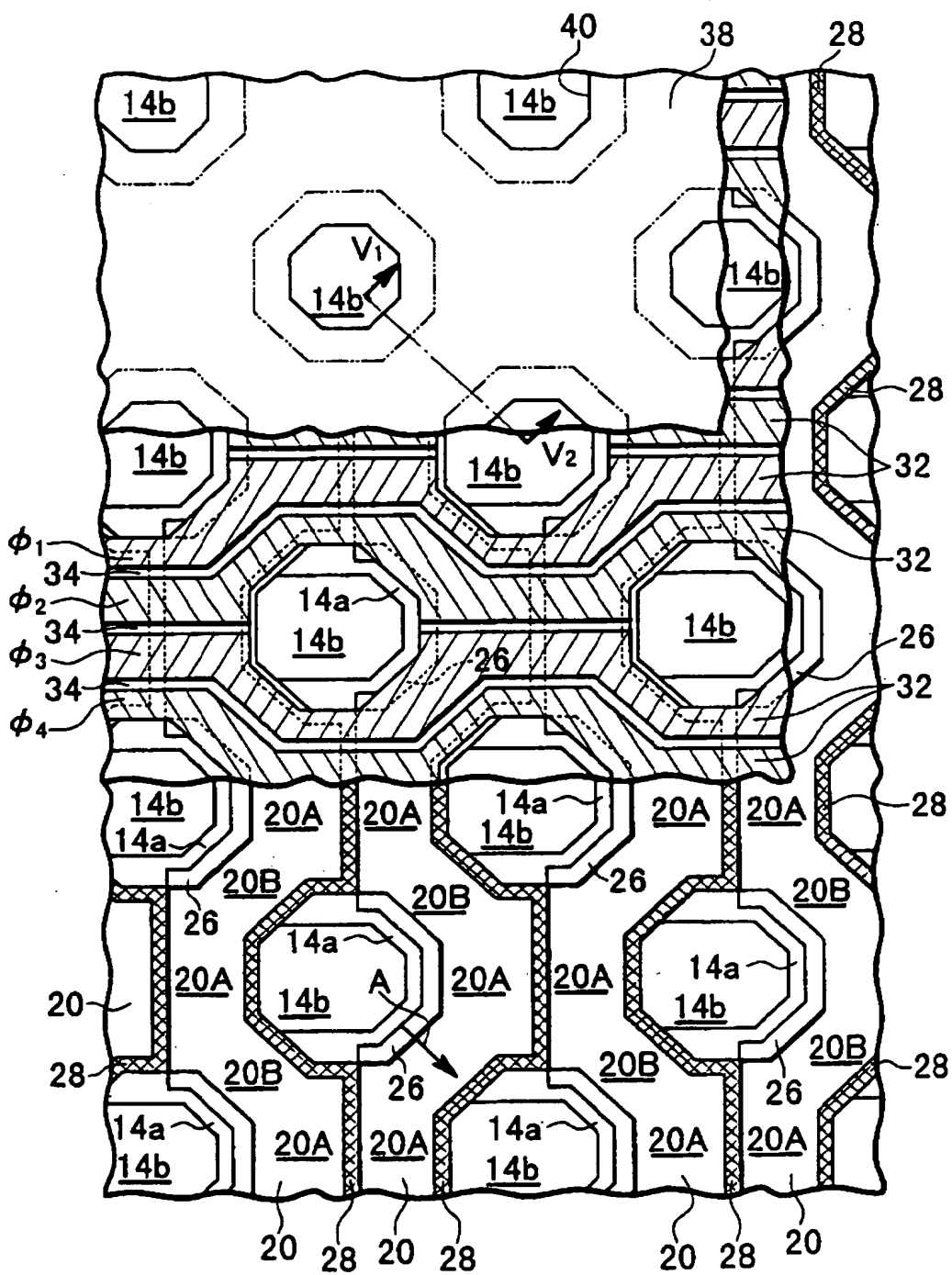
- 1 6 第 1 の光電変換素子列
- 1 8 第 2 の光電変換素子列
- 2 0 垂直電荷転送チャネル
- 2 2 水平電荷転送装置 (HCCD)
- 2 4 出力部
- 2 6 読出ゲート用チャネル
- 2 8 チャネルストップ
- 3 0 絶縁膜
- 3 2 転送電極
- 3 3 垂直電荷転送装置 (VCCD)
- 3 4 ギャップ
- 3 6 表面保護膜 (平坦化膜)
- 3 8、5 6、6 0 遮光膜
- 4 0、5 8 開口部
- 4 4、4 8 平坦化膜
- 4 6 R、5 4 R 赤色 (R) フィルタ
- 4 6 G、5 4 G 緑色 (G) フィルタ
- 4 6 B、5 4 B 青色 (B) フィルタ
- 5 0 マイクロレンズ

【書類名】 図面

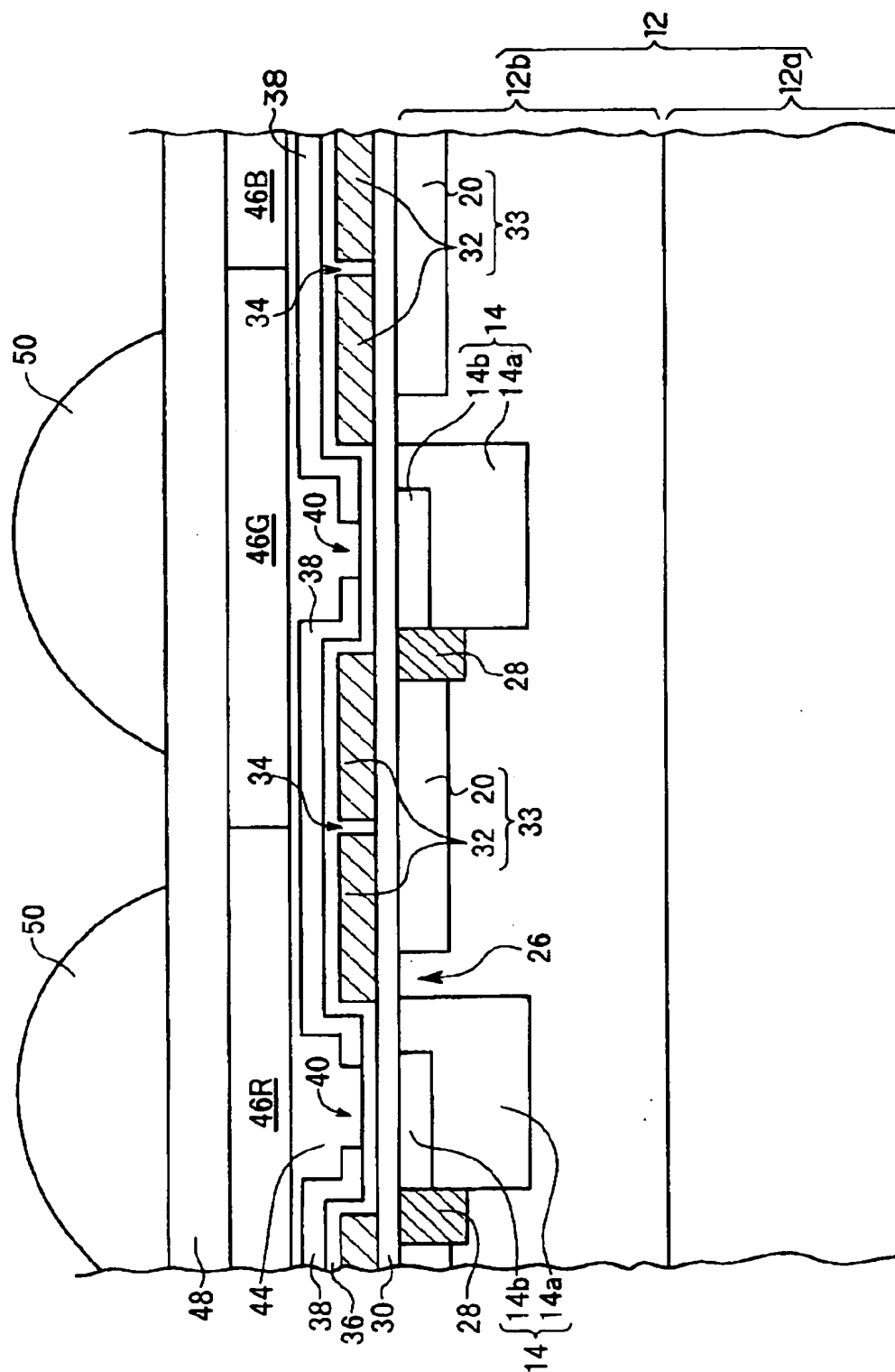
【図 1】



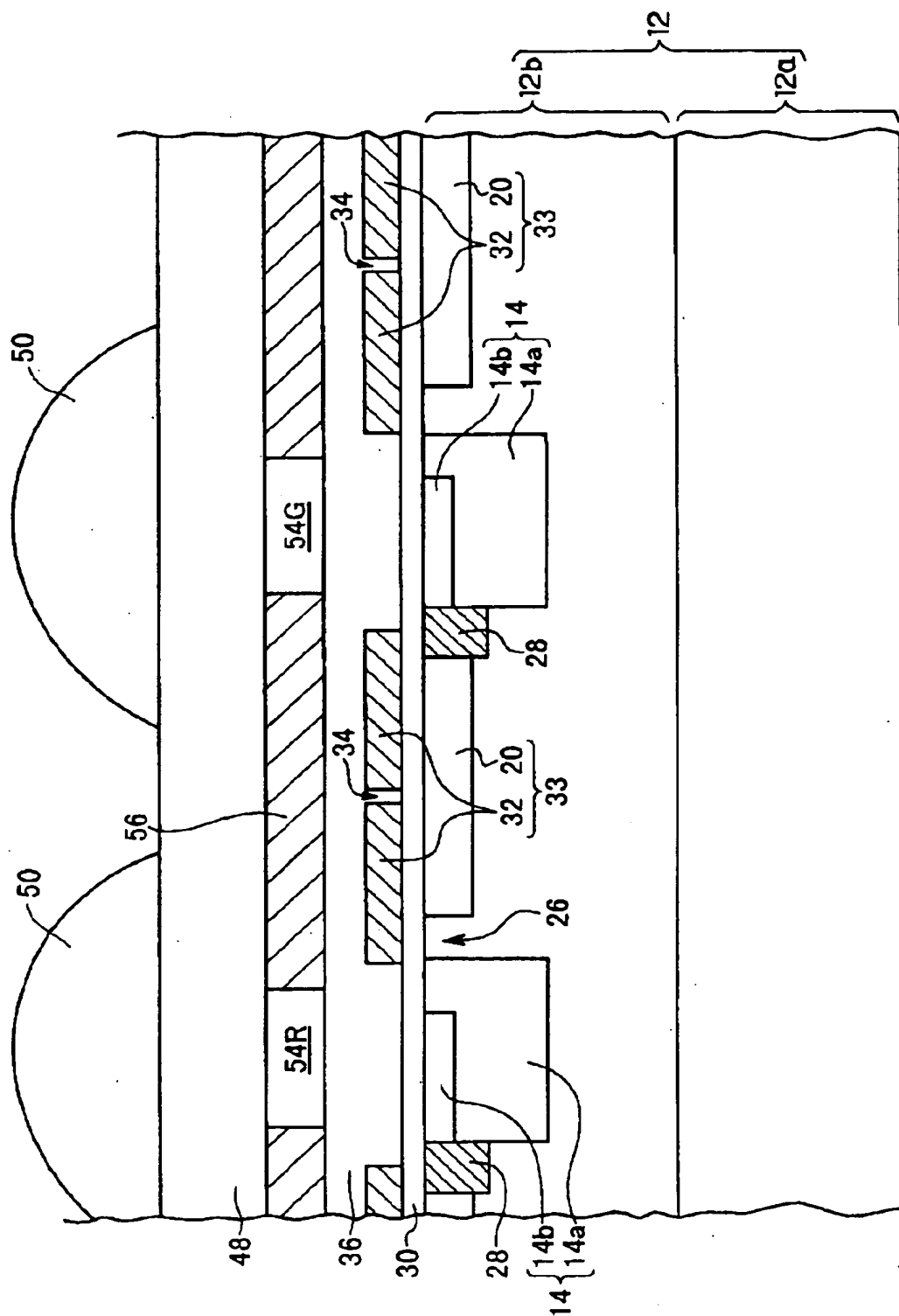
【図 2】



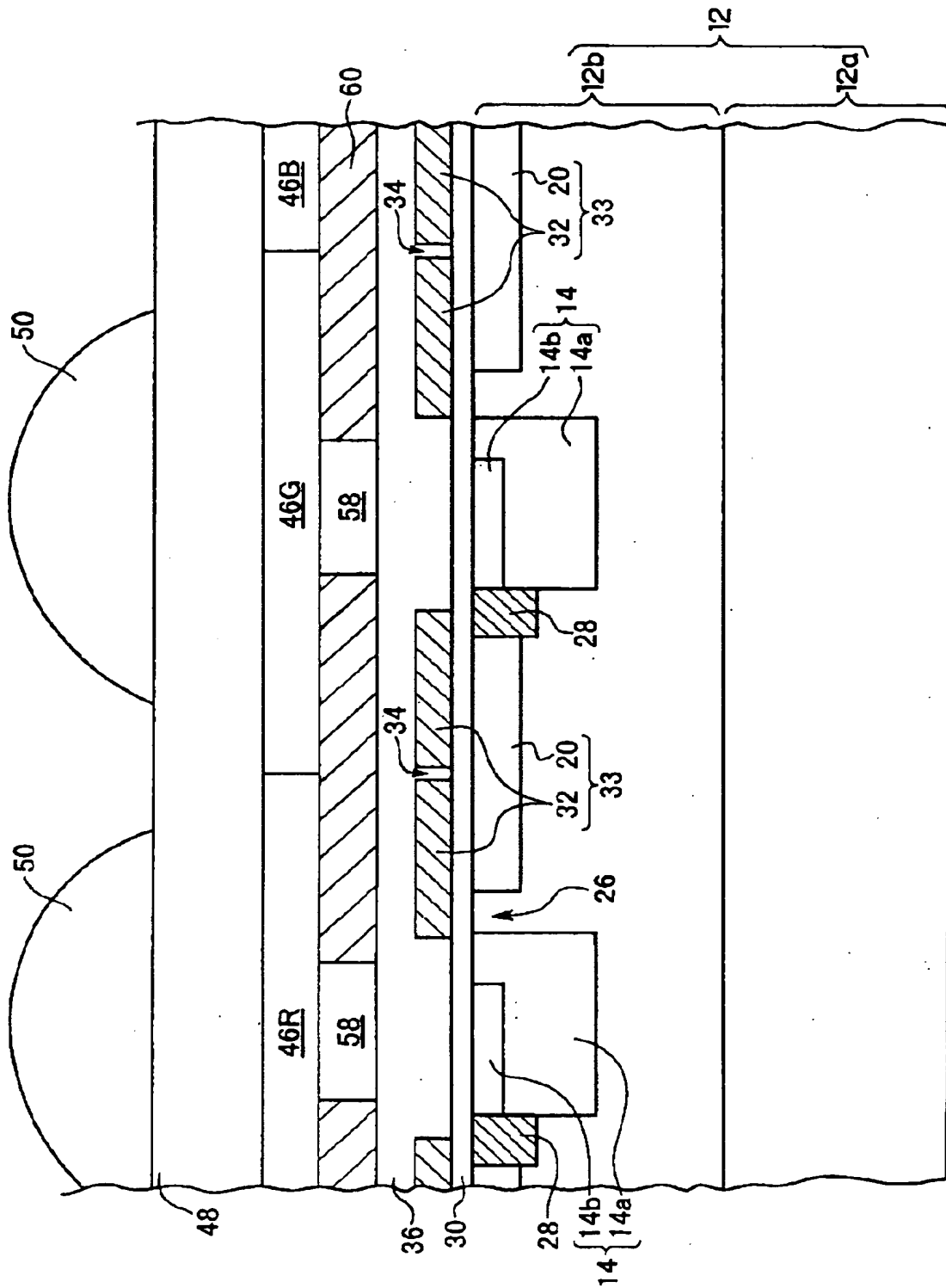
【図 3】



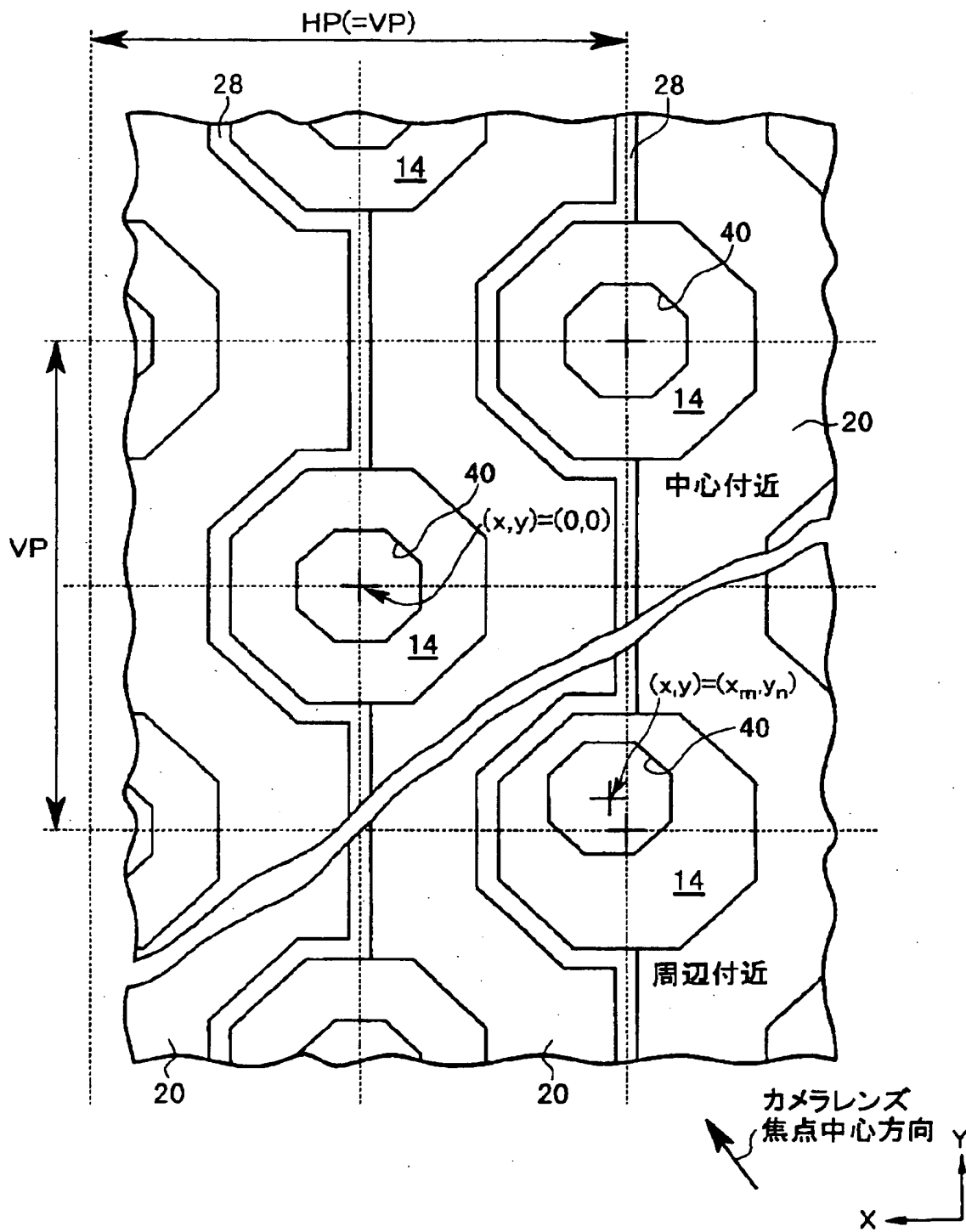
【図 4】



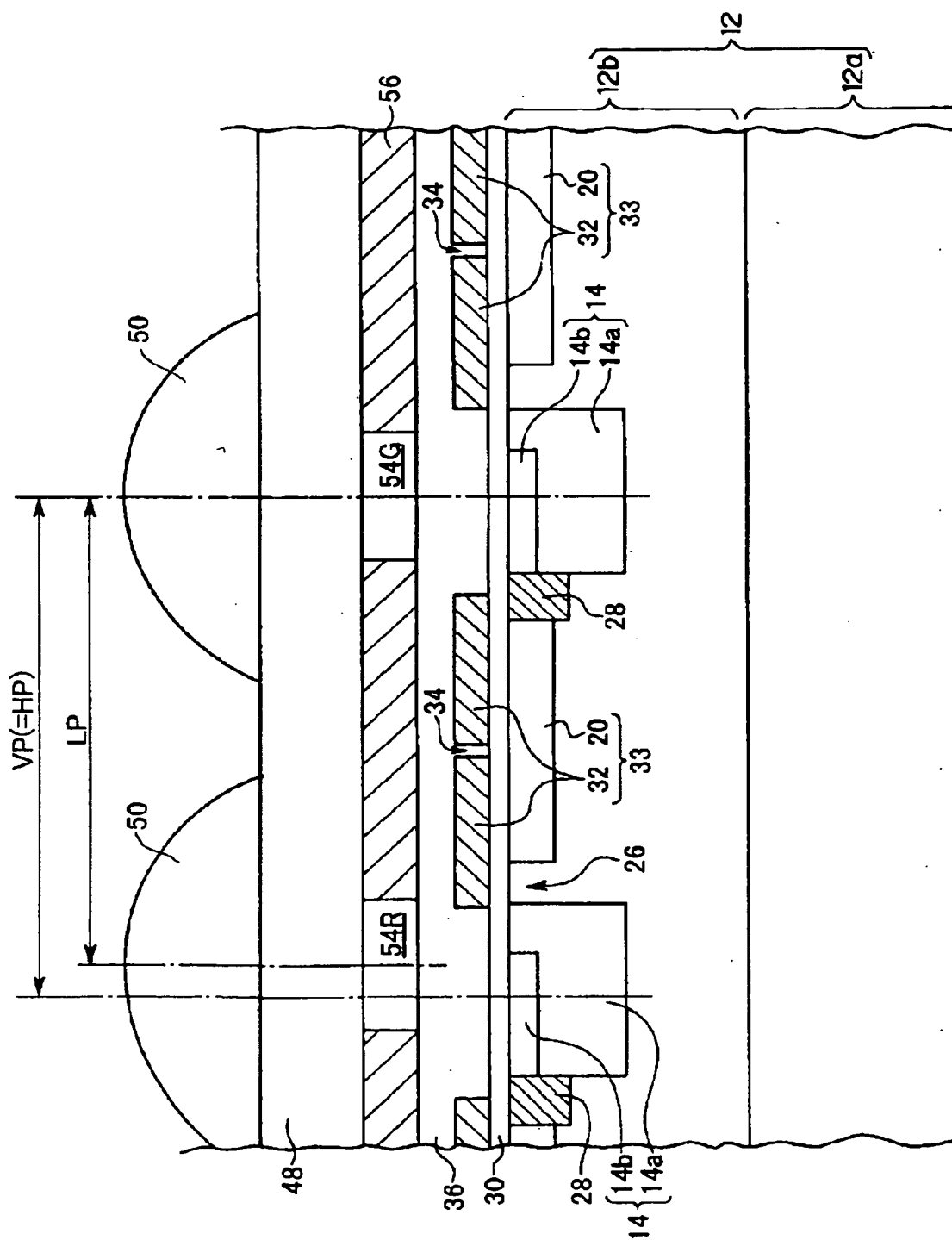
【図5】



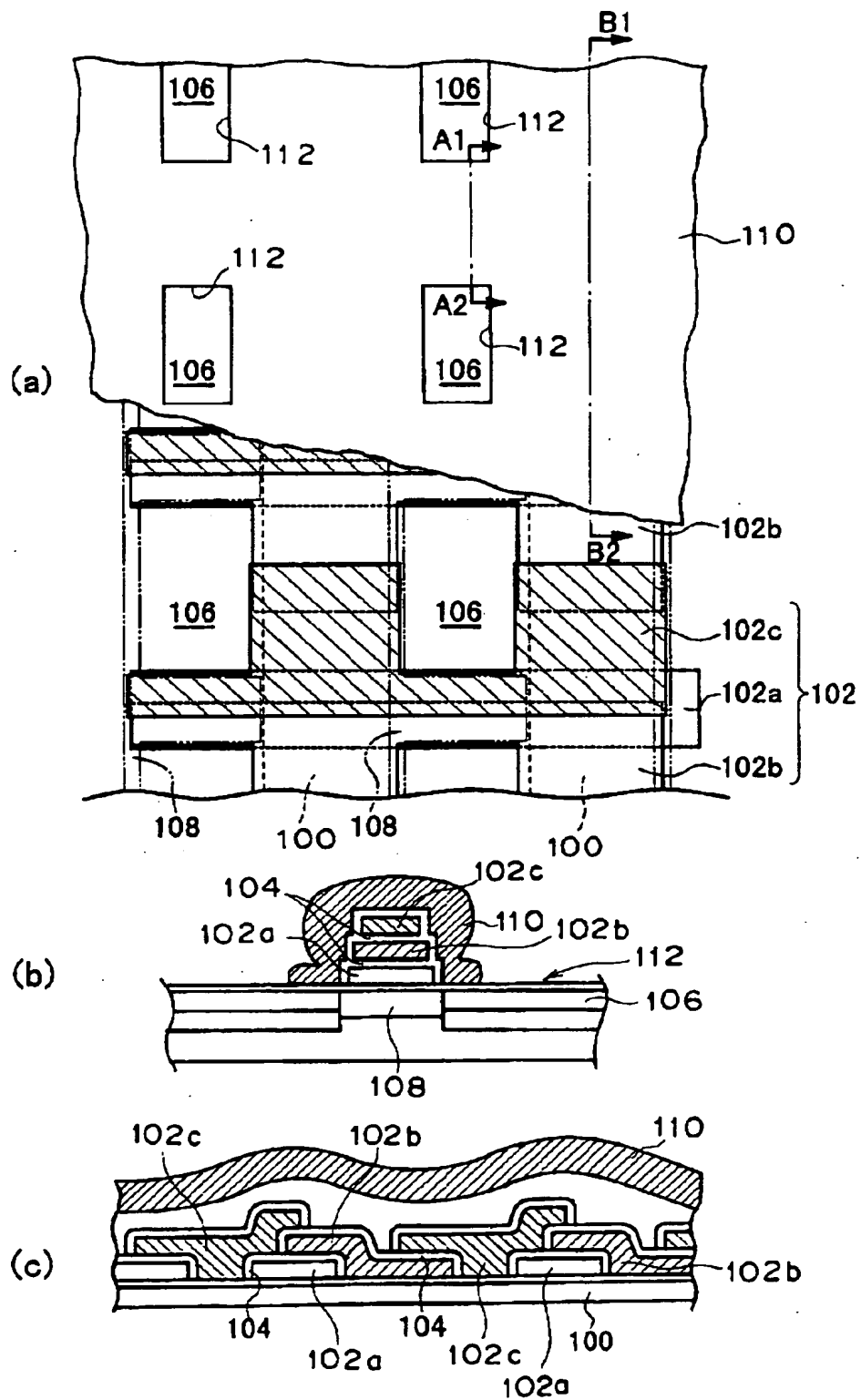
【図6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スメア特性が著しく改善されると共に、駆動電圧、消費電力及びノイズが低減されたＣＣＤ型の固体撮像素子を提供する。

【解決手段】 フォトダイオード１４の間を通過するように水平方向に延びた転送電極３２は、異なる位相で駆動する電極を狭いギャップ３４を介して同一平面状に形成した単層電極で構成されている。転送電極３２を単層電極とすることで絶縁膜が不要となり、多層電極構造とする場合に比べて駆動電圧が低下し、消費電力が低減される。また、転送電極３２上には、フォトダイオード１４の受光領域に受光される光を透過させる開口部４０を備え、樹脂材料等の非導電性材料で構成された遮光膜３８が、表面保護膜３６を介して形成されている。遮光膜を非導電性としたことにより、転送電極３２と遮光膜３８との間の寄生容量が無視でき、消費電力やノイズを低減することができる。

【選択図】 図２

特 2000-395700

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [391051588]

1. 変更年月日 1991年 7月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 宮城県黒川郡大和町松坂平1丁目6番地
氏 名 富士フイルムマイクロデバイス株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日	1990年 8月14日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県南足柄市中沼210番地
氏 名	富士写真フイルム株式会社